

## ТЕМА 14.

### Светодиоды в светодинамических установках с компьютерными системами управления для систем световой архитектуры и рекламных установок.

В 1993 году японская компания Nichia, благодаря своему сотруднику Судзи Накамуре, начала в промышленных масштабах выпускать синие светодиоды на основе соединения InGaN. Красные, зеленые и желтые светодиоды к тому времени уже выпускались в промышленных масштабах, а коротковолновая часть видимого спектра никак не поддавалась. Тогда казалось, что еще немного – и мы увидим светодиодные телевизоры с прекрасной цветопередачей и плоские (напомним, что тогда ни о каких ЖК-панелях соответствующих размеров, тем более полноцветных, еще и речи не шло). Потому что светодиод – идеальный компонент для построения цветовой триады пикселей, абсолютно черный в выключенном состоянии, могущий обеспечить большую яркость в состоянии включенном, и к тому же обладающей чистой спектральной характеристикой, далеко обгоняющей по насыщенности оттенки любые фильтры.

Но действительность оказалась куда прозаичнее. Во-первых, обычные светодиоды невозможно вырастить на единой подложке, хотя бы потому, что для разных цветов используются разные химические соединения. Во-вторых, даже если удастся их как-то объединить в матрицу, управлять ею будет очень трудно из-за того, что твердотельные светодиоды требуют довольно больших токов, в несколько миллиампер на каждый субпиксель, отчего даже небольшая матрица такого рода будет потреблять десятки ватт.

Недаром в технологиях больших экранов предпочитают использовать капризную, но более простую в производстве и требующую относительно небольших токов плазму.

Выход нашлся в электролюминесценции в органических материалах, на основе которых сотрудники фирмы Kodak Чин Тенг и Стив Ван Слайк в 1987 году разработали первую разновидность OLED-технологии. Схематически устройство цветовой триады пикселей в OLED-дисплее показано на рис.14.1.

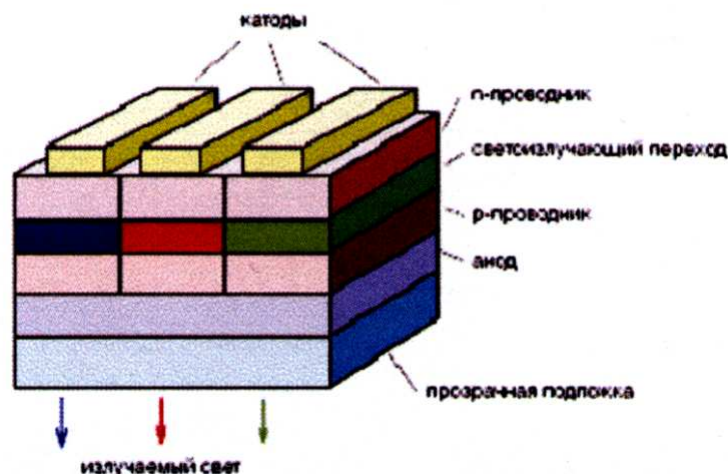


Рис.14.1 – Схематически устройство цветовой триады пикселей в OLED-дисплее.

Пропуская ток между катодом и анодом, мы заставляем светодиод излучать, причем достаточное для свечения составляет всего 2,5 В, а при 4 В яркость OLED достигает 1000 кд/м<sup>2</sup> (что раза в 2-3 больше, чем у обычного монитора).

При большом желании от OLED-ячейки можно получить яркость и в 100 тысяч кд/м<sup>2</sup>, но на практике, все упирается в потребление и в допустимую подводимую мощность-это не только токовые драйверы, ведь катоды делаются напылением из тонкой пленки алюминия с добавками щелочных металлов, а аноды – вообще из прозрачных проводящих материалов (типа оксидов индий-олово), их высокое сопротивление тоже ограничивает величину допустимого тока.

Преимуществом OLED, заработавшее с самого начала: быстродействие ячеек, которое уже в первых лабораторных образцах достигало микросекунды. Правда, схемы управления снижают быстродействие до 10-100 мкс, но это на порядок лучше, чем у самых быстродействующих ЖК-ячеек.

Профессор Ричард Френд вместе с группой химиков лаборатории Кембриджского университета в 1989 году разработал еще один вариант этой технологии под названием PLED (точнее, POLED-Polymer Organic Light-emitting Diod [Не путать с PHOLED (Phosphorescent OLED) - вариантом «обычного» OLED от Universal Display Corporation]).

Здесь вместо простых органических соединений используются полимеры. Будучи более простой в производстве (В частности, нашумевший способ производства дисплеев печатью на струйных принтерах связан именно с этой технологией), PLED обладает меньшей эффективностью световылучения и худшими спектральными характеристиками, а долговечность ячеек у нее ниже, чем у «обычной» OLED.

Долговечность и представляет собой первую и одну из основных трудностей для разработчиков. Органика есть органика – она медленно, но неотвратно деградирует, взаимодействуя с кислородом воздуха, водяными парами и компаундами, которые употребляются для герметизации. Наименьшей долговечностью отличаются синие субпиксели – считается, что их срок службы не превышает 10 тысяч часов, что приемлемо для мобильных телефонов, но недостаточно для ноутбуков и телевизоров.

Компания Display Search, которая занимается исследованиями потребительской электроники.

Обнаружила, что яркость самого первого OLED телевизора Sony XEL-1 должна снижаться вдвое уже после 17 тысяч часов эксплуатации, хотя Sony гарантировала как минимум 30 тысяч.

Другая проблема – цветопередача. Это только в теории светодиоды обладают идеальными спектральными характеристиками, на самом же деле обеспечение нужной цветовой характеристики требует введения в органический материал добавок, которые лишь ухудшают стабильность.

В OLED управление субпикселями требует достаточно мощных токовых драйверов. Можно привести такую цифру: для поддержки всего-навсего 128 пикселей в строке нагрузочная способность формирователя строк должна достигать почти 50 мА (при напряжении питания формирователя около 5В). Для преодоления этих ограничений придумали довольно сложный

мультистрочный способ управления матрицей, когда в каждый момент времени горит только одна строка либо некий прямоугольный фрагмент экрана (и притом частично-полное многоцветное изображение «проявляется» за несколько циклов работы). При этом уровни токов для каждого пикселя, возможно, придется настраивать индивидуально, чтобы обеспечить равномерную яркость по всей площади экрана, а потом – по мере старения ячеек – еще и подстраивать дополнительно, поэтому строковые драйверы обычно делаются программируемыми (что еще больше усложняет конструкцию, а значит, и производство).

В обычной пассивной OLED-матрице, представляющей собой массив ячеек между перпендикулярными сетками анодов и катодов, используется знакомая по плазме схема управления яркостью через скважность, то есть через регулировку времени, в течение которого ячейка «горит» за один цикл работы. В практических конструкциях таким способом было трудно обеспечить достаточный динамический диапазон – мешает инерционность линий управления, для преодоления которой приходится вводить специальный этап «перезаряда», то есть быстрого доведения напряжения на ячейке до необходимой величины через заранее запасенную на конденсаторе энергию. Пассивные OLED-матрицы обычно отображают 262 тысячи цветов, а применяющиеся в реальных устройствах – ещё меньше.

Для создания нормальных многоцветных экранов пришлось, увы, поступиться принципами и объединить органический материал с обыкновенной матрицей тонкопленочных транзисторов (TFT) на основе поликремния, хорошо знакомой по ЖК-мониторам. А соединение органики с кремнием только удорожает производство (какие уж тут струйные принтеры). Правда, такой AMOLED-дисплей (Active Matrix OLED) имеет все преимущества, приписываемые OLED в сравнении с ЖК и лучшую цветопередачу, и повышенную яркость – контрастность, и высокое быстродействие, сравнимое с быстродействием ЭЛТ, и минимальную толщину, и даже более низкое энергопотребление.

Но практические достижения в этой технологии: 2,2" экраны для мобильных – да, телевизоры и мониторы, встречаемые пока только на выставках.

Одним из перспективных направлений считается разработка транзисторов на основе органических материалов. Это позволило бы изготавливать OLED с активной матрицей в едином технологическом процессе (в том числе и печать на принтерах), но пока мешает как минимум одно обстоятельство: из-за малой подвижности носителей заряда в органических полупроводниках быстродействие схем на их основе слишком мало. Если бы кому-нибудь удалось создать быстрый транзистор на органике, это сильно ускорило бы ввод OLED-технологии, но пока все подобные разработки существуют лишь в виде пресс-релизов исследовательских лабораторий.

Крупнейшие производители осветительного оборудования (General Electric, Osram, Philips) обещают, что коммерческие образцы OLED-светильников появятся к 2010 году.

В Европе это начинание поддерживает Еврокомиссия, которая привлекла к делу несколько университетских лабораторий. Известный дизайнер Инго

Маурер, так оценил потенциал новой технологии: "OLED-панели эстетически самодостаточны, их не нужно чем-то экранировать и как-то скрывать".

Срок службы в 30 тысяч часов для белых плоских светильников, достигнутый в лабораториях Osram, хоть и превышает срок службы люминесцентных ламп (6-20 тысяч часов, в зависимости от режима использования), но не позволяет использовать потенциал технологии полностью. Ведь OLED, как мы знаем, можно наносить методом печати, то есть на любую плоскую поверхность (потолки, обои и пр.), при этом оттенок можно выбирать по собственному желанию. Но светящиеся обои потребуют сроков службы порядка десятилетий (30 тысяч часов – это чуть больше трех лет), да и о регулировании оттенков еще только мечтают. Впрочем, вполне возможно, что «строительное» применение OLED окажется даже более значимым, чем для дисплеев.

Про светящиеся стены в фантастических романах читали? Вот это оно и есть.

Результатом исследований Philips стала система OLED Lumiblade, Она представляет собой набор модулей разной формы, из которых, как из конструктора, можно собирать всевозможные виды дизайнерской подсветки. Питание осуществляется от драйвера, к которому подключаются до четырёх источников света. В блоке питания по каждому из модулей предусмотрена независимая регулировка яркости. Модули Lumiblade обеспечивают световую отдачу приблизительно 20 лм/Вт. Цветовая гамма – от различных оттенков белого до насыщенных оранжевых, желтых и голубых цветов. В немецком городе Аахен с сентября 2010 года работает специальная лаборатория органических светодиодов Lumiblade, принадлежащая компании Philips. Одна из задач, которая поставлена перед этой лабораторией – добиться особой гибкости модуля, так, чтобы они могли стать частью, например, интерьерного текстиля или такого популярного отделочного материала, как обои. Помимо этого, предполагается улучшить их устойчивость к влажности и добиться снижения себестоимости. Большое будущее обещают разработке Lumiblade Reflections. Это огромная светящаяся панель, состоящая из отдельных модулей. Будучи выключенной, она действует как зеркало; светясь же окутывает человека мягким, рассеянным светом.





Рис.14.2 – Модули Philips Lumiblade Reflactions.

Правда, зеркальность поверхности модулей при выключении не позволяет их использовать в оконных проёмах. Однако, появление прозрачных OLED-систем, согласно прогнозам специалистов, следует ожидать лишь через 3-4 года.

Производители светодиодов обычно предлагают светодиоды различных цветов – синий, голубой, зеленый, янтарный, красно-оранжевый, красный и т.д. Самостоятельно светодиод может излучать свет только одного цвета, который

определяется используемым в нем полупроводниковым материалом. Настоящее волшебство начинается тогда, когда в одном приборе объединяются светодиоды разного цвета. Именно объединение светодиодов разного цвета в одном световом приборе, таком как светильник или многокристальный светодиод, и управление интенсивностью излучения светодиодов разного цвета и обеспечивает получение миллионов оттенков. Подобно телевизионному экрану или компьютерному монитору, полноцветный светодиодный прибор реализует цветовую модель RGB. Цветовая модель RGB-это модель аддитивного смешения цветов, которая применяется для света, непосредственно излучаемого его источниками. (Модель субтрактивного смешения цветов применяется к отражающим поверхностям, таким как поверхности, покрытые красками или чернилами.)

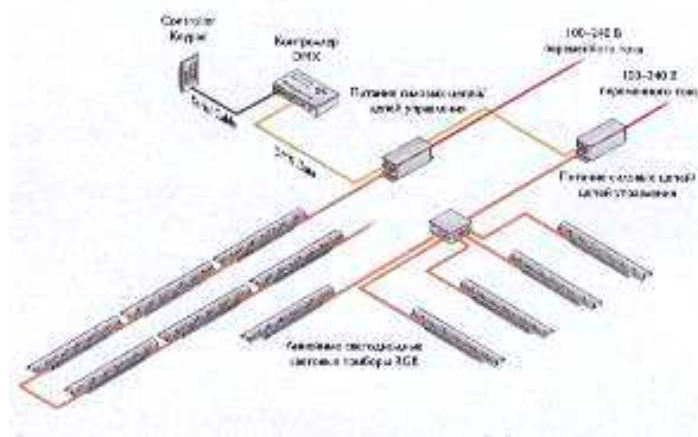


Рис.14.3 – Схема управления сложной светодиодной системой освещения, включающей в себе светодиодные приборы RGB.

На рис.14.3 изображена сложная светодиодная система освещения, которая может включать в себя большое количество светодиодных световых приборов RGB, цифровой контроллер и один или несколько источников питания силовых цепей управления. Управление работой показанных на рисунке линейных светильников подсветки стен может осуществляться индивидуально, для создания привлекательных цветовых эффектов и светоцветовых шоу.

Для того чтобы понять как осуществляется питание и управление светодиодными системами освещения, необходимо рассмотреть ряд вопросов.

#### Светодиодные драйверы.

Ток светодиода увеличивается сильнее, чем подаваемое на него напряжение. Следовательно, даже небольшие изменения напряжения могут привести к большим изменениям тока, что может привести к выходу светодиода из строя. Чтобы подключить светодиодный световой прибор к источнику напряжения, такому как Электросеть или батарея, и не повредить при этом светодиодные источники света, необходимо контролировать потребляемую мощность таким образом, чтобы светодиоды могли безопасно её использовать. Эту функцию выполняют светодиодные драйверы.

Светодиодный драйвер-это электронное устройство, которое превращает источник напряжения в источник тока, который поддерживает ток на постоянном уровне, несмотря на изменении входного напряжения.



Светодиодный драйвер защищает светодиоды от обычных колебаний напряжения, а также от перенапряжения и скачков напряжения. Светодиодные светильники, в которых используются светодиодные драйверы, подключаются к источнику питания так же просто, как и традиционные светильники.

Варианты питания светодиодных световых приборов.

Способ питания светодиодных световых приборов выбирается для каждой конкретной области применения, исходя из их эксплуатационных характеристик, удобства использования и стоимости. Существуют три варианта электропитания: низковольтная питающая сеть; встроенный источник питания; интегрированный источник питания.

#### Низковольтная питающая сеть.

Низковольтные системы имеют довольно низкий КПД, так как в процессе преобразования сетевого напряжения в низкое происходит потеря электроэнергии во время преобразования, фильтрации и стабилизации тока. Однако для некоторых областей применения низковольтные системы являются предпочтительными.

Низковольтные световые приборы иногда выбирают по эстетическим соображениям, например, при оформлении сцены, когда недопустимо использовать кабели. В этом случае он может запитываться от батарей, а для управления им могут использоваться беспроводные радиоконтроллеры. Типичная схема подключения низковольтных световых приборов – «звезда», когда каждый прибор или группа приборов подключается напрямую к низковольтному источнику питания с помощью одного силового кабеля.

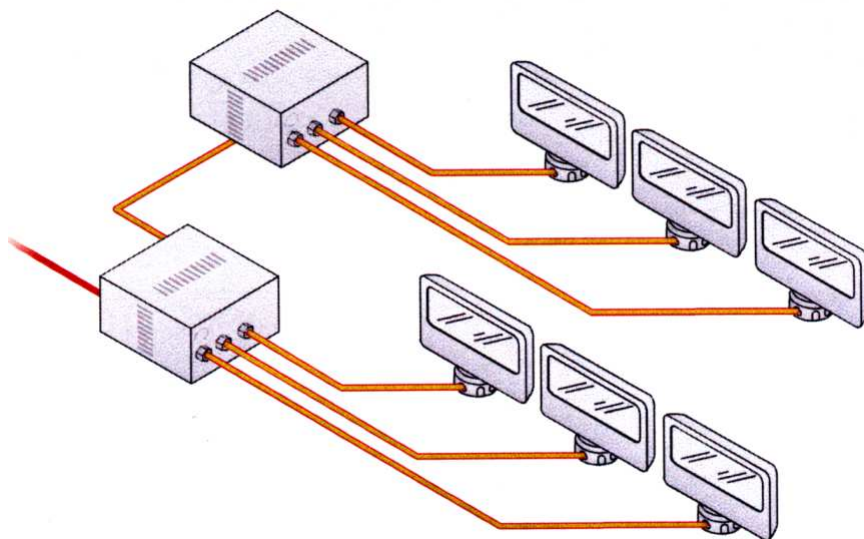


Рис.14.4 – Типичная низковольтная система включает в себя один или несколько источников питания, которые обеспечивают питание и управление для одного или нескольких световых приборов. Здесь, каждый источник питания PDS-150e обеспечивает работу трех световых приборов ColorBlast 12.

ColorBlast 12-это низковольтный светодиодный прожектор заливающего света изменяемого цвета, который часто используется для подсветки стен во время сценических представлений и для архитектурной подсветки стен.

### Встроенный источник питания.

При использовании встроенного источника питания реализуется такая же общая схема, как и в низковольтных системах питания, но с рядом преимуществ. Внешние источники питания заменяются стандартными импульсными источниками питания, встроенными непосредственно в светильники, что позволяет напрямую подключать их к электросети.

Это позволяет снизить затраты на монтаж. На рис.14.5 изображен светильник ColorBlaze производства компании Philips Color Kinetics, снабженный встроенным источником питания и устройствами контроля температуры. Этот светильник легко подключается к электросети с помощью стандартного силового кабеля, отвечающего требованиям МЭК.



Рис.14.5 – Мощный полноцветный линейный светодиодный прожектор со встроенным источником питания.

### Интегрированный источник питания.

Интеграция источника питания является принципиально другим методом обеспечения электропитания. Интегрированный источник питания внедряется непосредственно в схему светильника для создания эффективного силового каскада, объединяющего в себе преобразование сетевого напряжения и стабилизацию тока светодиода. С помощью введения единого силового каскада внутрь светодиодного светильника можно избежать значительных потерь электроэнергии, которые имеются в низковольтных схемах с несколькими силовыми каскадами.

В этом случае пользователи могут получить много преимуществ, включающих в себя увеличение энергоэффективности системы, снижение затрат на установку, эксплуатацию и обслуживание. Powercore, интегрированная система питания с микропроцессорным управлением, запатентованная компанией Philips Color Kinetics, используется во многих светодиодных светильниках с прямым питанием от сети. Технология Powercore является современной, полностью интегрированной системой питания для светодиодных светильников: Powercore позволяет избежать от 18 до 30%



потерь мощности, связанных с использованием внешних источников питания и кабелей; Powercore предусматривает наличие в каждом светильнике системы активной коррекции коэффициента мощности, что позволяет снизить эксплуатационные затраты и обеспечить максимальную эффективность эксплуатации. Коэффициент мощности световых приборов, в которых используется Powercore, обычно выше 0,995, что очень близко к идеальному коэффициенту мощности, равному 1,000; Светильники с технологией Powercore могут питаться от переменного напряжения в диапазоне 100-240 В, так как этот источник питания может надёжно и эффективно обеспечить мощность, необходимую для работы светодиодов; За счёт сведения к минимуму необходимого количества источников питания Powercore упрощает и удешевляет установку и обслуживание светодиодных световых приборов.

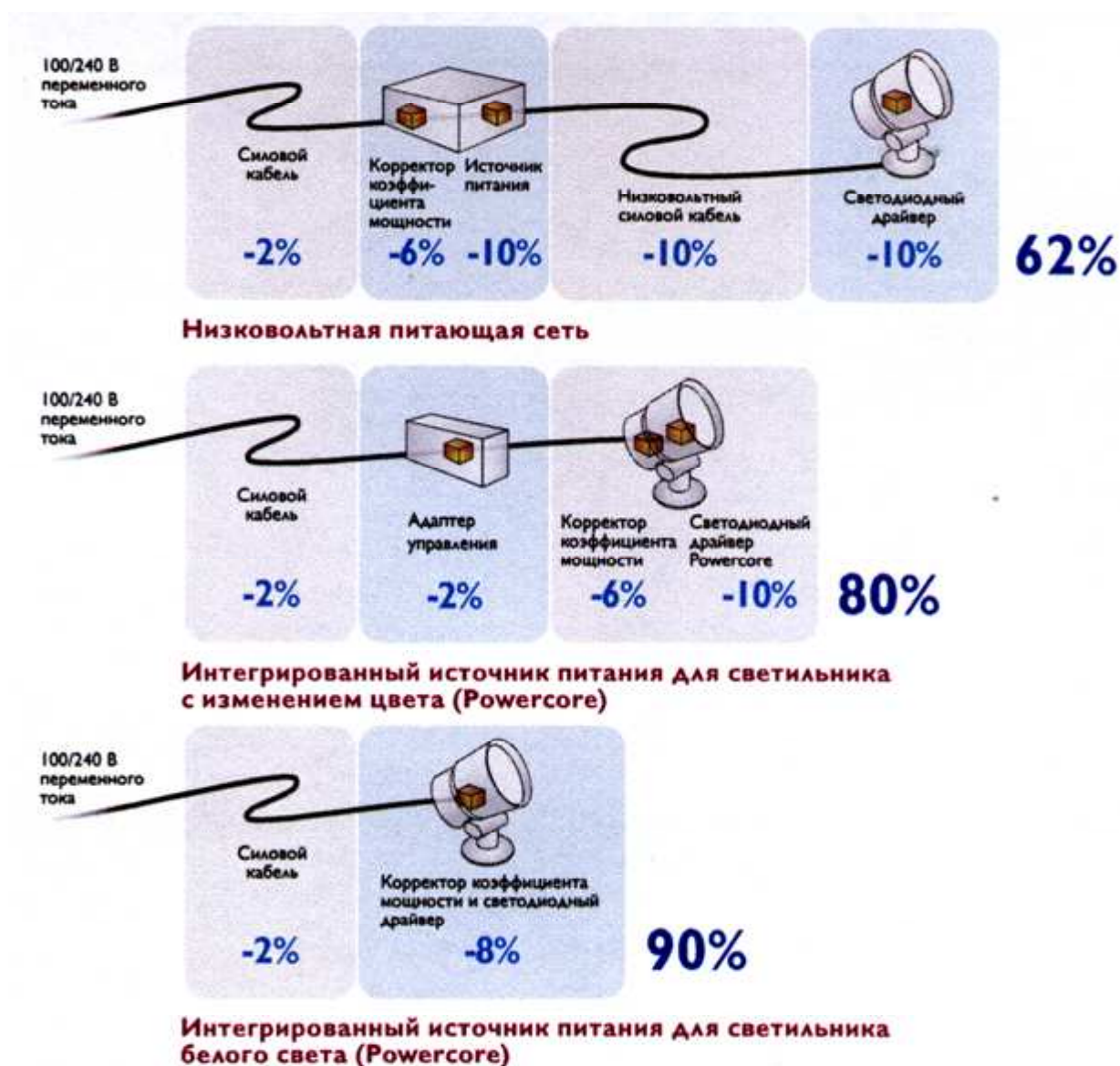


Рис.14.6 – Схемы с интегрированным источником питания Powercore.

### Управление светодиодными световыми приборами.

Термин «управление» включает в себя целый набор методов, протоколов и устройств для эксплуатации светодиодных световых приборов. Простейшими видами управления являются включение/выключение и регулирование светового потока. Для многих одноцветных и фиксированных светодиодных светильников белого света это единственно применимые способы управления. Управление полноцветными и настраиваемыми белыми светодиодными световыми приборами позволяет получить различные RGB цвета, отрегулировать цветовую температуру, а также создать простые рисунки с изменяющимися цветами, сложные световые шоу (доступные как простым пользователям, так и профессиональным режиссерам-постановщикам) и даже крупномасштабные видеоэкраны. Динамические светодиодные световые приборы обычно управляются с помощью сигналов, поступающих из специально разработанных для этого контроллеров с использованием коммуникационных протоколов, предназначенных для управления источниками света. Коммуникационный протокол – это стандартный набор правил для передачи сигналов и информации по каналу связи.

### Управление по стандарту DMX.

Наиболее популярным форматом управления светильниками с изменением цвета является DMX-512-A, или сокращенно просто DMX. Он был разработан в 1986 году Проектной комиссией Института театральных технологий США (USITT) для управления театральным и сценическим освещением. DMX используется в большинстве театральных пультов управления освещением, но эти пульта обычно слишком громоздки, сложны, специализированы и дороги для общих областей применений. Поэтому некоторые производители динамических светодиодных светильников разрабатывают и выпускают свои собственные DMX-контроллеры. Они являются более компактными, чем театральные пульта управления освещением, и зачастую обладают специальными функциями, такими как запрограммированные последовательности для световых шоу и встроенные световые эффекты, разработанные для того, чтобы упростить и автоматизировать управление светом обычными пользователями. DMX-контроллеры взаимодействуют со светодиодными светильниками с помощью адресов DMX. Каждому используемому в системе светильнику назначается адрес, или группа адресов. Эти адреса позволяют контроллеру выделять отдельные светильники в системе и посылать им индивидуальные сигналы для того чтобы каждый из них излучал нужный свет. Однозначная адресация и управление светодиодными светильниками изменяемого цвета позволяют одновременно получать свет изменяемого цвета и яркости для разных светильников. Большинство светодиодных светильников имеют три канала, по одному для каждого цвета, используемого в приборе – обычно красного, зеленого и синего. Соответственно, каждый светильник получает от контроллера три отдельных канала данных DMX. Протокол DMX поддерживает до 512 DMX-адресов. Одна система DMX может включать в себя максимум 170 однозначно адресуемых трехканальных световых приборов (512 деленное на 3=170 плюс два неиспользуемых канала). Система освещения может включать в себя одну или несколько систем DMX.



Рис.14.7 – iPlayer 3.

iPlayer 3 производства компании Philips Color Kinetics является компактным, но при этом мощным DMX контроллером для полноцветных светодиодных светильников. Как и многие другие DMX контроллеры, iPlayer позволяет сохранять многочисленные варианты световых шоу во внутренней памяти контроллера (по аналогии с сохранением файлов на компьютере). Имеется возможность выбирать, запускать, останавливать, и сохранять в памяти отдельные варианты световых шоу, а также управлять работой подключенных светильников с помощью расположенных на iPlayer 3 кнопок управления или подключаемой внешней клавиатуры, специально разработанной для iPlayer 3. Помимо 10 настраиваемых световых эффектов, iPlayer поставляется с компьютерной программой ColorPlay 3 для создания световых шоу, которая работает на любом компьютере с операционной системой Macintosh или Windows.

#### Управление по сети Ethernet.

Так как светодиодные световые приборы по своей природе являются цифровыми устройствами, управление работой систем освещения может выполняться с помощью сети Ethernet. Системы на базе Ethernet не имеют таких ограничений по адресации, как системы на базе DMX, поэтому они являются предпочтительными для более крупных установок. Управление по сети Ethernet требуется для крупномасштабных видеоустановок, в которых должны обеспечиваться адресация и управление работой большого количества светодиодов, число которых может измеряться тысячами или десятками тысяч.

#### Другие варианты управления.

DMX512 и Ethernet-это два наиболее распространенных коммуникационных протокола, используемых для управления работой светодиодных систем освещения, но также используются и другие варианты: В Европе вместо DMX широко используется протокол связи Digital Addressable Lighting Interface (DALI); Некоторые компании разработали свои собственные протоколы связи, например, KiNET для систем освещения Philips Color Kinetics; ACN и StreamingACN-это стандартные методы передачи данных,

разработанные Entertainment Services & Technology Association (ESTA) для передачи данных DMX через сеть Ethernet. Streaming CAN-это наращиваемый метод передачи данных для большого количества систем DMX.

И это лишь некоторые из возможных вариантов. Как это часто случается, при увеличении количества вариантов возникает проблема, связанная с совместимостью. Иногда можно использовать преобразователи для подключения светильника, рассчитанного на один коммутационный протокол, к контроллеру, работающему с другим протоколом. Состав системы может быстро усложниться, поэтому лучше всего использовать компоненты, разработанные для совместного использования.

На сегодняшний день существует несколько основных технологий отображения информации это: LCD, CRT, PDF (плазма), DLP (проекционная), LED. Какая из них лучше?

Таблица 14.1 – Сравнение технологий отображения информации.

Технология	Яркость кд/м <sup>2</sup>	Контрастность	Срок службы (часов)
DLP (проекционная)	300	500:1	12000
LCD (TFT)	350	1000:1	60000
CRT	600	800:1	20000
PDP (плазма)	1100	4000:1	80000
LED	10000	10000:1	100000

Из таблицы 14.1 видно, что лидером в номинации яркость, контрастность и срок службы является дисплей, выполненный на основе LED технологии. В плане управления, нас интересует; управление большими полноцветными экранами, способными отображать телевизионный сигнал или любую текстовую, графическую информацию в реальном времени. Сейчас такое возможно.

Выбор размера и шага светодиодного экрана.

Размер светодиодного экрана зависит от расстояния просмотра. Чем больше расстояние, тем, соответственно, размер светодиодного экрана должен быть больше.

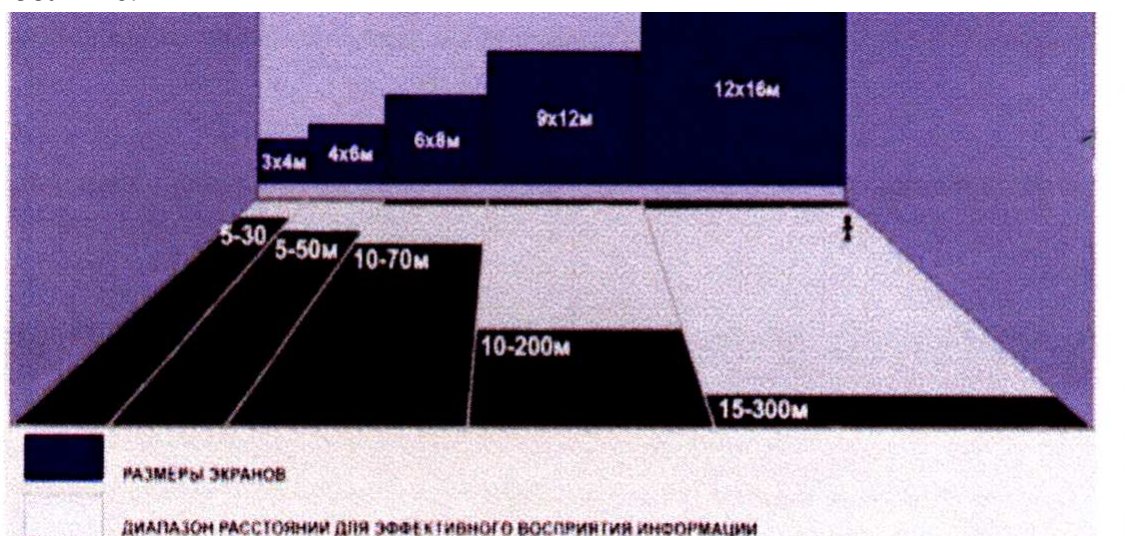


Рис.14.8 – Рекомендуемые размеры экранов в зависимости от расстояния наблюдения.



Выбор шага светодиодного экрана.

Чтобы выбрать необходимый и достаточный шаг (разрешение ) экрана, следует учесть следующие данные:

1) Оптимальное расстояние просмотра, равно шагу между пикселями умноженному на тысячу, т.е. для шага в 10мм комфортное расстояние просмотра 10 метров.

2) Телевизионный сигнал (NTSC, PAL, SECAM) содержит 240 линий по 320 точек. Из них только половина несет полезную информацию, для цифрового экрана (остальное – шумы). Получаем разрешение 120×160, данное разрешение считается достаточным для хорошего восприятия информации.

Возьмем, к примеру, шаг 10мм, 25мм и 40мм: Умножим шаг на разрешение экрана и получим: для шага 10мм: размер экрана 1200×1600мм, при комфортном расстоянии просмотра от 10 метров - для шага 25мм: размер экрана 3000×4000мм, при комфортном расстоянии просмотра от 25 метров - для шага 40мм: размер экрана 4800×6400мм, при комфортном расстоянии просмотра от 40 метров.

Светодиодный экран представляет собой модульную конструкцию, что делает возможным создавать экран практически любых размеров и конфигураций.

На LED-дисплей можно выводить любые видео и графические материалы, совместимые с современными ПК (это цифровое видео (графика), информация с видео входа, веб-камер, DVD и прочее), т.к. система управления построена на базе ПК. Программное обеспечение позволяет программировать запуск файлов в определенное время, регулировать яркость дисплея и другие параметры в соответствии с заданным расписанием. Фактически дисплей становится вторым монитором для ПК. Кроме яркости и количества оттенков, важнейшим параметром является разрешение экрана или шаг между пикселями. Причем, если шаг между пикселями величина постоянная, то разрешение будет меняться в зависимости от размеров экрана. Поэтому важно выбрать «правильный» и экономически обоснованный дисплей. При уменьшении шага возрастает качество, но растет цена дисплея и энергопотребление. Также при выборе разрешения экрана следует помнить, что главное – привлечь внимание к дисплею. Здесь более важную роль играет качество рекламного материала, а не качество изображения. (Хотя рекламодатели обычно думают по-другому). Для городских установок при высоте 5-15метров и расстоянии просмотра от 15метров прекрасно подходит дисплей с шагом 25мм. Например, при размере экрана 6×4м разрешение составляет 240×160 пикселей. В случае применения технологии виртуального пикселя, получаем разрешение в два раза больше 480×320 пикселей.

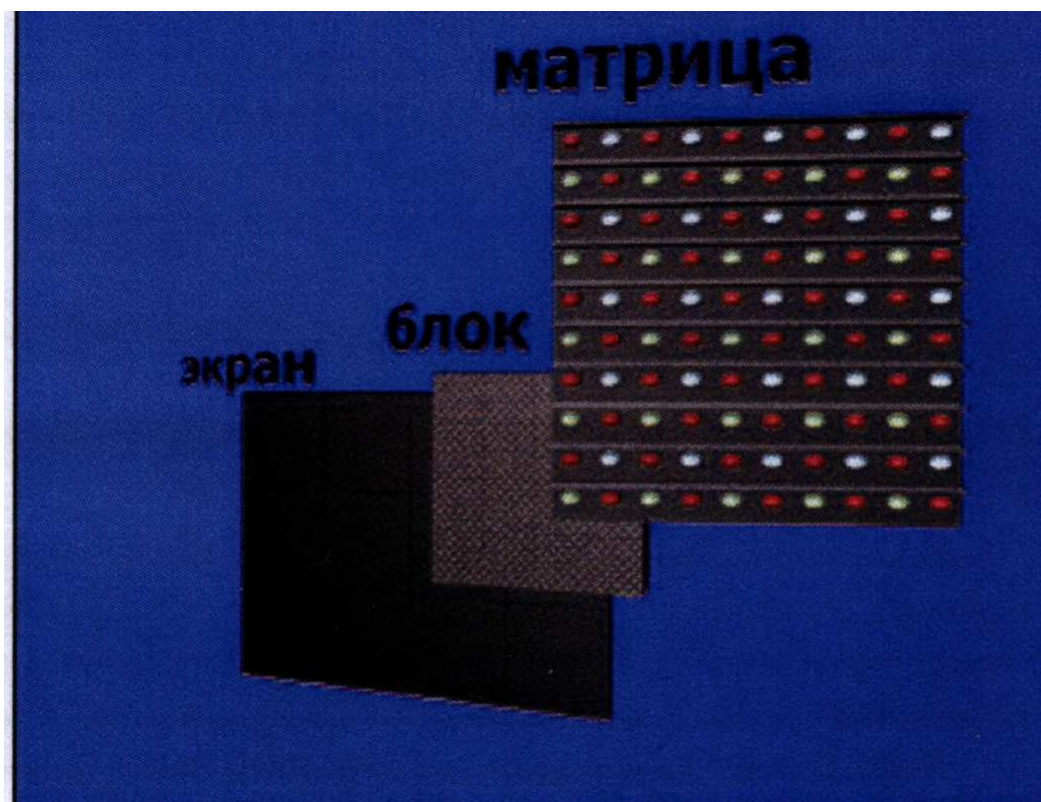


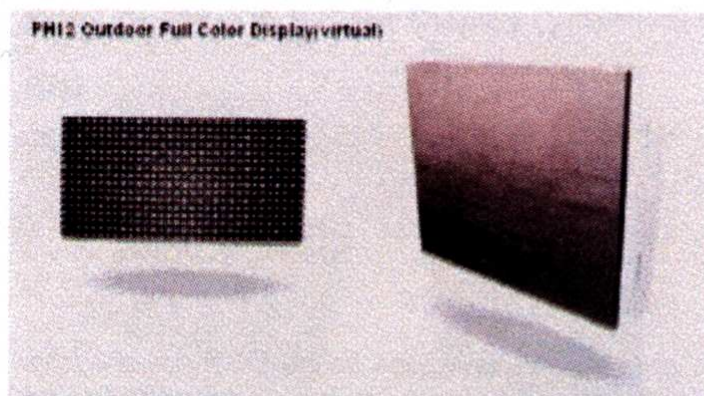
Рис14.9 – Устройство светодиодного экрана.

Возьмем, к примеру, характеристики стандартных блоков уличных светодиодных экранов. Рис.14.10. и рис.14.11.

Эти блоки, затем, монтируются в светодиодный экран. Монтаж светодиодного экрана осуществляется в несколько этапов: монтаж светодиодных блоков; подключение силовых и информационных кабелей; установка дополнительного оборудования (опционального); установка и настройка программного обеспечения; настройка и запуск дисплея в эксплуатацию.

Светодиодные блоки монтируются на специальную металлическую рамку. Для точной установки на верхней части блоков имеются центровочные штыри, а снизу – отверстия. Светодиодные блоки на задней стенке имеют разъёмы для подключения информационных и кабелей питания. Питание подается на каждый ряд светодиодных блоков отдельно. Блоки соединяются между собой посредством соответствующих кабелей-перемычек. В электрощите, для каждого ряда настоятельно рекомендуется установить автоматический выключатель, это положительно скажется на электробезопасности и даст возможность обслуживать каждый ряд светодиодных блоков по-отдельности, не выключая дисплей полностью.

## PH12 Outdoor Full Color Display (уличный светодиодный экран, шаг 12 мм) virtual - функция виртуального пикселя

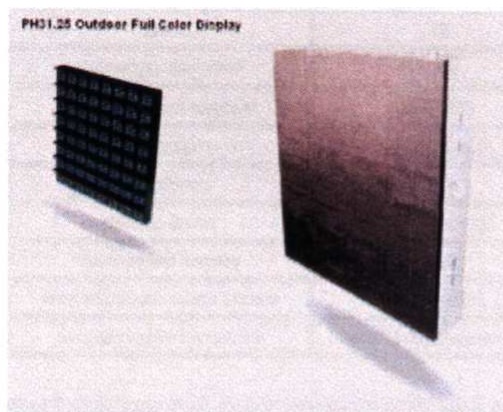


PH12 Outdoor Full Color Display virtual - функция виртуального пикселя		
параметр	значение	единицы измерения
шаг	12	мм
плотность пикселей	6944x4	точек/м.кв.
конфигурация пикселя	2R1G1B	
яркость	более 6000	кандел/м.кв.
угол обзора	110/40	градус
размер блока	1152x768x135	мм
количество цветов	16.7	мегабайт
количество оттенков серого	более 4096	уровней
потребляемая мощность	макс: 1200 средняя: 400	Ватт/м.кв

Рис. 14.10 – Характеристики блока PH12.

Информационный кабель (или кабеля в зависимости от конфигурации и размеров дисплея) подключаются к компьютеру в специальную плату. Данная плата (передающая плата) устанавливается в компьютере. Она осуществляет видеозахват и формирует сигнал для светодиодного экрана. При использовании оптоволоконной линии, информационные кабеля подключаются в плату «оптики». Теперь можно устанавливать программное обеспечение и включать дисплей. Программное обеспечение поставляется в комплекте с экраном. Для управления дисплеем используется специализированный драйвер. Настройками драйвера определяются практически все режимы работы светодиодного экрана. Так же в комплекте имеется менеджер мультимедиа файлов. Менеджер позволяет управлять дисплеем по сети, составлять расписание запуска файлов и изменения режимов работы светодиодного экрана. На рис. 14.12 изображены варианты подключения светодиодного экрана к внешним устройствам. На этом рисунке ЛВС – локальная вычислительная сеть.





PH31.25 Outdoor Full Color Display		
параметр	значение	единицы измерения
шаг	31.25	мм
плотность пикселей	1024	точек/м.кв.
конфигурация пикселя	4R2G2B	
яркость	более 5000	кандел/м.кв.
угол обзора	110/40	градус
размер блока	1000x1000x135	мм
количество цветов	16.7	мегабайт
количество оттенков серого	более 4096	уровней
потребляемая мощность	макс:600 средняя:200	Ватт/м.кв

Рис.14.11 – Характеристики блока PH31.25.

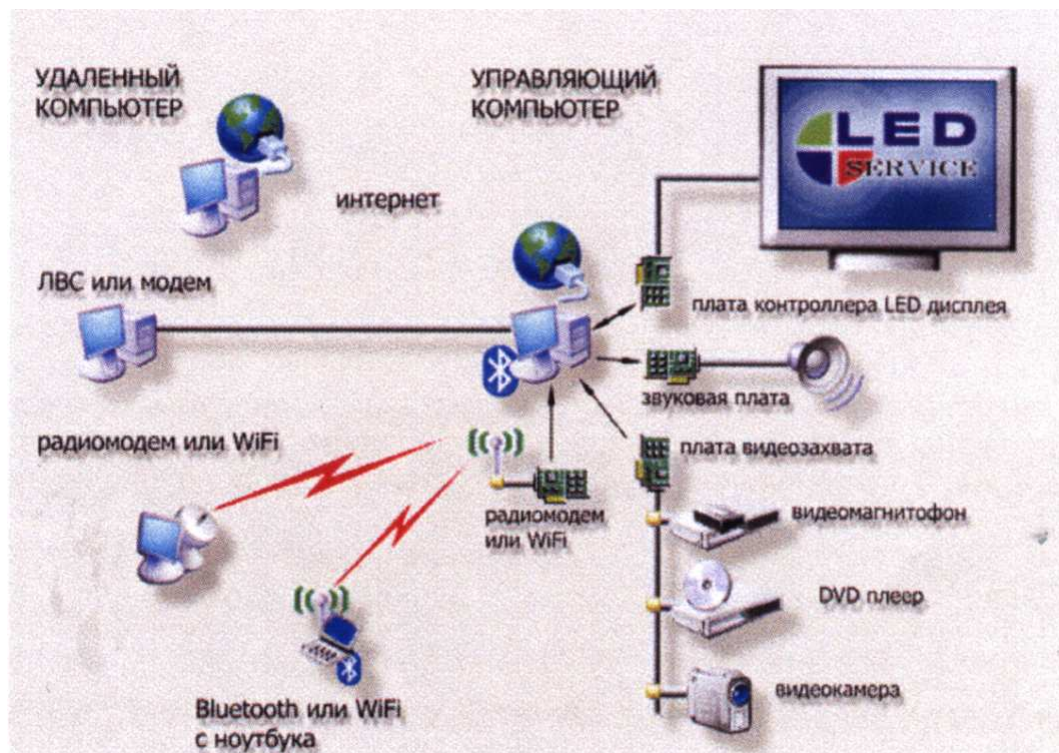


Рис.14.12 – Варианты подключения светодиодного экрана к внешним устройствам.



## ТЕМА 15.

### Лазеры.

#### *Краткие сведения о лазерах.*

Генераторы оптического излучения (лазеры), обладающие следующими свойствами:

- 1) высокой когерентностью в пространстве и во времени;
- 2) исключительно узкой направленностью пучка, близкой к дифракционному пределу;
- 3) огромной концентрацией мощности (до  $10^{11}$  Вт/см<sup>2</sup> в непрерывном режиме и до  $10^{18}$  Вт/см<sup>2</sup> в импульсном режиме;
- 4) высокой степенью монохроматичности (спектральная ширина линии генерации  $\Delta\lambda=10^{-9}$  нм. При  $\lambda=500$  нм;
- 5) способность фокусироваться в исключительно малых объёмах порядка  $\lambda^3$ .

Само слово лазер образовано из первых букв английских слов, Light Amplification by stimulation emission radiation (усиление света при помощи вынужденного излучения)

Первые лазеры были созданы в 1960 году. В 1959 г. за разработку принципа генерации и усиления радиоволн, создание молекулярного генератора и усилителей радиоволн академикам Н.Г. Басову и А.М.Прохорову была присуждена Ленинская премия, а в 1964 г. они совместно с американским ученым Ч. Таунсом за фундаментальные исследования в области квантовой электромеханики были удостоены Нобелевской премии по физике.

Принцип действия лазеров основан на использовании теоретически предсказанного Эйнштейном ещё в 1916 году процесса вынужденного (стимулированного) испускания фотона возбужденным атомом или молекулой под действием излучения, имеющего ту же частоту, направление, фазу и степень поляризации. На языке волновой оптики это значит, что вынужденное излучение когерентно со стимулирующим. Вынужденное излучение, в обычных условиях, гораздо меньше спонтанного и поэтому практически не наблюдается.

Чтобы получить вынужденно излучение необходимо создать искусственные условия, при которых концентрация возбужденных атомов или молекул на каком либо верхнем энергетическом уровне, была бы больше, чем их концентрация на каком либо нижнем, соответствующем оптическому переходу между ними, уровне.

Среда с инверсной заселенностью уровней называется активной средой (А.С.). Излучение с частотой соответствующей инверсному переходу, проходя через А.С., вызывает лавину вынужденных фотонов, летящих в одном направлении, и вместо обычного ослабления излучения, получается усиление в направлении падающего луча. Эта идея лежит в основе квантовой электроники.

Принципиально важным шагом в создании лазеров, явилось предложение А.М.Прохорова поместить активную среду в оптический резонатор (О.Р.)

В простейшем случае О.Р. представляет собой две отражающие поверхности обращенные друг к другу, обеспечивающие многократное прохождение излучения через А.С. и за счет этого его резкое усиление.

Для выхода излучения из О.Р. одну поверхность О.Р. делают частично прозрачной или с отверстием. В О.Р. усиливаются только те излучения длинны волн, которых образуют стоячие волны, благодаря чему лазерное излучение становится монохроматичным. Помещение А.С. в О.Р. обеспечивает возможность перехода от режима усиления в режим генерации. Для этого необходимо чтобы потери излучения, при одном цикле прохождения через систему (отражения в О.Р., рассеяния и др.) были меньше его усиления в А.С.

Возбуждение А.С. может создаваться за счет энергии подводимой извне или при выделении её в процессах химических или ядерных. Перевод лазерного вещества в активное состояние – называется накачкой.

Для каждой конкретной конструкции О.Р. и лазерного вещества существуют свои минимальные пороговые мощности накачки (в непрерывном режиме работы) и минимальная пороговая энергия накачки (в импульсном режиме), ниже которых генерация невозможна. Мощность (энергия) генерации растет с мощностью (энергией) накачки, однако, как правило, наступает насыщение этой зависимости.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1) Ксеноновые трубчатые лампы и их применение. А. Л. Вассерман. М. Энергоатомиздат. 1989 г.
- 2) Газоразрядные источники света для спектральных измерений. К. П. Курейчик и др. Минск. изд-во Университетское. 1987 г.
- 3) Импульсные источники света. под ред. И. С. Маршака. М. Энергия. 1978 г.
- 4) Источники излучения для фотохимических процессов. Г. С. Сарычев. М. Энергоатомиздат. 1972 г.
- 5) Средства отображения информации. Ф. М. Яблонский, Ю. В. Троицкий. М. Высшая школа. 1985 г.
- 6) Прикладная электролюминесценция. О. Н. Казанкин и др. М. Сов. радио. 1974 г.
- 7) Светодиоды. А.А.Берг, П. О. Дин.- М Мир 1973г.
- 8) Облучательные светотехнические установки. Г. С. Сарычев. М. Энергоатомиздат. 1992г.
- 9) Инфракрасные излучатели. Т. Бураковский и др. Л. Энергия. 1978г.
- 10) Разрядные источники света. Г.Н.Рохлин М. Энергоатомиздат 1991г.
- 11) <http://www.lival.svet.ru/download-ras/PHILIPS.spravoch.pdf>. Светодиодное освещение. Справочник. Джонатан Вейнерт, Чарльз Сполдинг. 2010 Philips Solid-State Lighting Solution.Inc.
- 12) <http://www.ledserice.ru/catalogoutdoor.htm>
- 13) <http://www.magazine-svet.ru/review/34044/?print=Y>
- 14) <http://www.computerra.ru/video/391849/>
- 15) <http://cnesdled.tn.made-in-china.com/offer-group/tg.JnlWgxIGcF/Outdoor-LED-Displ...>
- 16) Справочная книга по светотехнике. под ред. Ю. Б. Айзенберга. М. изд-во Знак. 2006 г.
- 17) Электроника. В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. М. Высшая школа. 1991 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	3
ТЕМА 1 .....	4
ТЕМА 2 .....	8
ТЕМА 3 .....	13
ТЕМА 4 .....	17
ТЕМА 5 .....	20
ТЕМА 6 .....	27
ТЕМА 7 .....	37
ТЕМА 8 .....	40
ТЕМА 9 .....	47
ТЕМА 10 .....	55
ТЕМА 11 .....	61
ТЕМА 12 .....	68
ТЕМА 13 .....	76
ТЕМА 14 .....	82
ТЕМА 15 .....	98
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	100



Навчальне видання

**БУХАРІН Сергій Леонідович**

Методичні вказівки до практичних занять  
з дисципліни

**«ЗА ВИБОРОМ СТУДЕНТА»**

**(«Спеціальні джерела світла»)**

(для студентів 5 курсу денної форми навчання  
спеціальності «Світлотехніка і джерела світла»)

(Рос. мовою)

В авторській редакції

Комп'ютерний набір *С. Л. Бухарін*

Комп'ютерне верстання *Ю. П. Степась*

План 2011, поз. 663 М

---

Підп. до друку 19.04.2011

Формат 60x84/16

Друк на ризографі

Ум. друк. арк. 6,0

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.